

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-205178

(43)公開日 平成8年(1996)8月9日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 7/32

G 0 6 T 9/00

5/20

H 0 4 N 7/ 137

Z

G 0 6 F 15/ 66

3 3 0 H

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平7-30145

(22)出願日

平成7年(1995)1月26日

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72)発明者 菅原 隆幸

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
日本ビクター株式会社内

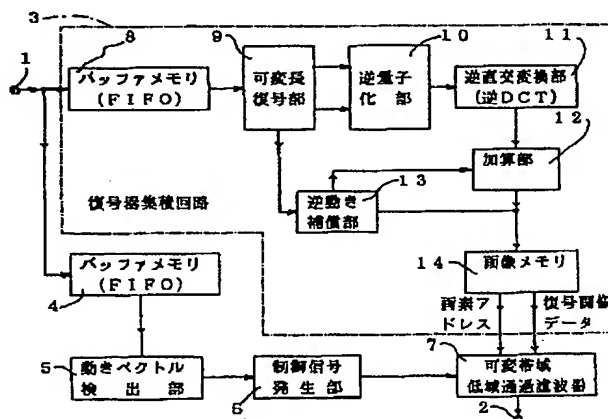
(74)代理人 弁理士 今間 孝生

(54)【発明の名称】 量子化ノイズの低減方法及び画像データの復号化装置

(57)【要約】

【目的】 量子化ノイズが軽減された復号画像信号を容易に得ることができるような量子化ノイズの低減方法及び画像データの復号化装置を提供する。

【構成】 変換符号化された画像データと付加情報とによるビットストリームから動きベクトル検出部5で検出された動きベクトル情報、すなわち、少なくとも単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されている動きベクトル値に応じて制御信号の制御部6で制御信号を発生させたり、前記した各領域毎に個別に設定されている動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差に応じて制御信号の制御部6で制御信号を発生させたりし、前記の制御信号により適応的に高域成分を減少させるような信号処理を、可変通過帯域低域通過濾波器7の通過帯域を制御して行なう。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、少なくとも前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化に当り、復号過程で得られる前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルの大きさに応じて高域成分を減少させるような信号処理を施すことを特徴とする変換符号化された画像データの復号化時に生じる量子化ノイズの低減方法。

【請求項2】 所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、少なくとも、前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化のために、少なくとも、バッファメモリと、可変長復号化部と、逆量子化部と、逆直交変換部と、逆動き補償部と、画像メモリとを含んで構成されている変換符号化された画像データの復号化装置であって、前記した各領域毎に個別に設定されている動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記した動きベクトル検出部から順次に出力される各領域毎に個別に設定されている動きベクトルに応じて制御信号を発生する制御信号発生手段と、制御信号によって通過周波数帯域が可変できる可変通過帯域低域濾波手段と、前記した制御信号発生手段から出力された動きベクトルの大きさに応じて適応的に高域成分が減少できるように前記した可変通過帯域低域濾波手段を制御する手段とを備えてなる変換符号化された画像データの復号化装置。

【請求項3】 所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、少なくとも前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測

符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化のために、少なくとも、バッファメモリと、可変長復号化部と、逆量子化部と、逆直交変換部と、逆動き補償部と、画像メモリとを含んで構成されている変換符号化された画像データの復号化装置であって、前記した可変長復号化部から順次に出力された各領域毎に個別に設定されている動きベクトルに応じて制御信号を発生する制御信号発生手段と、制御信号によって通過周波数帯域が可変できる可変通過帯域低域濾波手段と、前記した制御信号発生手段から出力された動きベクトルの大きさに応じて適応的に高域成分が減少できるように前記した可変通過帯域低域濾波手段を制御する手段とを備えてなる変換符号化された画像データの復号化装置。

【請求項4】 所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、少なくとも前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化に当り、復号過程で得られる前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの各領域毎の動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差とに応じて高域成分を減少させるような信号処理を施すことを特徴とする変換符号化された画像データの復号化時に生じる量子化ノイズの低減方法。

【請求項5】 所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、少なくとも、前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化のために、少なくとも、バッファメモリと、可変長復号化部と、逆量子化部と、逆直交変換部と、逆動き補償部と、画像メモリとを含んで構成されている変換符号化された画像データの復号化装置であって、前記した各領域毎に個別に設定されている動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記した動きベクトル検出部から順次に出力される各領域毎に個別に設定されている動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差に応じて制御信号を発生する制御信号発生手段と、制御信号によって通過周波数帯域が可変できる可変通過帯域低域濾波手段と、前記した制御信号発生手

段から出力された制御信号に応じて適応的に高域成分が減少できるように前記した可変通過帯域低域濾波手段を制御する手段とを備えてなる変換符号化された画像データの復号化装置。

【請求項6】 所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、所定のブロックサイズを有する単位のプロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位のプロック毎に直交変換された後に、少なくとも、前記した単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位のプロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化のために、少なくとも、バッファメモリと、可変長復号化部と、逆量子化部と、逆直交変換部と、逆動き補償部と、画像メモリとを含んで構成されている変換符号化された画像データの復号化装置であって、前記した可変長復号化部から順次に出力された各領域毎に個別に設定されている動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差に応じて制御信号を発生する制御信号発生手段と、制御信号によって通過周波数帯域が可変できる可変通過帯域低域濾波手段と、前記した制御信号発生手段から出力された制御信号に応じて適応的に高域成分が減少できるように前記した可変通過帯域低域濾波手段を制御する手段とを備えてなる変換符号化された画像データの復号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は変換符号化された画像データの復号化時に生じる量子化ノイズの低減方法及び前記の方法を適用して変換符号化された画像データを復号する画像データの復号化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 画像信号、音響信号、その他の各種信号をデジタル信号として、伝送、記録再生する場合には、情報量の圧縮伸長技術が用いられている。すなわち、例えば画像信号や音声信号等のデジタル化に当って、各サンプル値を均等に分割した信号レベルの内の一つの代表値で置き換える直線量子化(均等量子化)を行なっただけでは、伝送、記録再生の対象とされる信号の情報量が、非常に多い状態になるからである。それで、従来から放送通信の技術分野、記録再生の技術分野においては、例えば、信号の変化の少ない部分で人間の視覚や聴覚が敏感であり、信号の変化の激しい部分ではある程度の誤差があっても、それを検知し難いという人間の視覚や聴覚の性質を、各サンプルあたりの情報量の低減のために利用するという他の、多くの情報圧縮技術の適用により、伝送、記録再生の対象にされている各種情報につ

いての高エネルギー圧縮技術(情報の高エネルギー符号化技術)の実用化が進められて来ていることは周知のとおりである。

【0003】 さて、現在、実用化されているVHS(登録商標)方式のVTRからの再生信号を用いて表示された再生画像程度の画質の動画像における1時間当りの情報量は、おおよそ109Gビットであり、また、我国における現行の標準方式のカラーテレビジョン方式の受信画像程度の画質の動画像における1時間当りの情報量は、おおよそ360Gビットであるが、前記のように大きな情報量を有する画像情報を、実用化されている現行の伝送路や記録媒体を用いて、伝送、記録再生させるために必要とされる画像情報の高エネルギー圧縮方式についての実用化研究も盛んに行なわれている。

【0004】 ところで、現在、実用的な画像情報の高エネルギー圧縮方式として提唱されている画像情報の高エネルギー圧縮方式では、①自然画における隣接画素間では相関が高いという、画面内(フレーム内)相関々係を利用して行なう情報量の圧縮(空間的相関々係を利用して行なう情報量の圧縮)、②時間軸上に並ぶ画面間(フレーム間)相関々係を利用して行なう情報量の圧縮(時間的相関々係を利用して行なう情報量の圧縮)、③符号の出現確率の偏りによる情報量の圧縮、との3種類の異なる圧縮手段を組合わせて情報量の圧縮を行ない、高エネルギー符号化が達成されるようにしている。前記した①の画面内(フレーム内)相関々係を利用して行なう画像の情報量の圧縮手段としては、従来から多くの手法が提案されて来ているが、近年になって、K-L(カルーネン・レーベ)変換、離散コサイン変換(DCT)、離散フーリエ変換、ウオルシュ・アダマール変換、等を代表例とする直交変換が採用されることが多くなった。

【0005】 例えば、ISO(国際標準化機構)の下に設立されたMPEG(Moving Picture Coding Expert Group)による国際標準化作業の結果として提唱された画像情報の高エネルギー符号化方式(MPEG1方式、MPEG2方式と呼称されることもある)は、フレーム内符号化と、フレーム間符号化とを組合わせて、動き補償予測やフレーム間予測を施した状態で、動画像情報の高エネルギー符号化を行なうのであるが、前記の直交変換として2次元離散コサイン変換(2次元DCT)を採用している。そして、前記の直交変換は、高エネルギー符号化の対象にされる各1枚毎の画面の画像信号について、所定のブロックサイズ(N×M画素←横N画素×縦Mラインのブロックサイズ)を有する「単位のプロック」(前記のMPEG1方式、MPEG2方式では、8×8画素←横8画素×縦8ラインのブロックサイズのブロックが「単位のプロック」とされている)毎に分割された画像信号について行なわれる。

【0006】 前記の単位のプロック毎に直交変換されることによって得られる(N×M)個の直交変換係数(前記のMPEG1方式、MPEG2方式では、8×8=6

4個のDCT変換係数)は、少なくとも前記した単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域(前記のMPEG1方式、MPEG2方式において、「マクロブロック」の用語で呼称されている領域、すなわち、MPEG1方式、MPEG2方式で、輝度信号Yについての16×16画素←横16画素×縦16ラインのブロックサイズの大きさの領域と、2つの色差信号Cr、Cbのそれぞれについての8×8画素←横8画素×縦8ラインのブロックサイズの大きさの領域とからなる領域)毎に設定されている「ブロック量子化幅値」によって量子化される。例えば、MPEG1方式、MPEG2方式において、前記した「ブロック量子化幅値」は、[(マクロブロック量子化特性値(またはマクロブロックの量子化スケール)QS)×量子化マトリクス]として示される。

【0007】前記のブロック量子化幅値によって量子化された直交変換係数(例えばDCT係数)は、その直流成分(DC成分)と、交流成分(AC成分)とに分離される。前記の直交変換係数(例えばDCT係数)の直流成分は差分符号化され、また直交変換係数(例えばDCT係数)の交流成分は、ジグザグ走査された後にエントロピー符号化(符号の出現確率の偏りによる情報量圧縮…例えばハフマン方式のような可変長符号化)される。前記のように変換符号化された画像データはビットストリーム(ビット列)として出力される。次に前述のように変換符号化された画像データに対する復号動作は、既述の符号化動作とは逆の操作で行なわれて出力画像が得られるのであるが、高能率符号化の過程において量子化が行なわれている場合には、避けることができない量子化誤差の存在により、出力画像中に量子化ノイズを生じさせる。そして符号化の対象にされた画像の複雑さが伝送レートに対して大きな場合に、前記の量子化ノイズが画像の品質を大きく劣化させる。

【0008】一般的に、前記した量子化ノイズを生じさせる量子化誤差の中で、低域成分の量子化誤差は、単位ブロック間に相関が無い状態の出力画像歪、所謂ブロック歪を画像中に生じさせ、また、量子化ノイズを生じさせる量子化誤差の中で、高域成分の量子化誤差は、リング状の出力画像歪、所謂モスキートノイズをエッジの周辺に生じさせる。ところで、前記のように画像中に生じる量子化ノイズは、画像の平坦部分では特に目立つものであり、低域から高域にかけて大きな映像信号レベルの変化がある場所に、小さなノイズが加算されているような量子化ノイズの波形の場合には、視覚特性上での感度差が小さいことからノイズは検知され難い。しかし、低域だけに大きな映像信号レベルの変化が存在している場合に、高域に小さなノイズが加算されているときは、前記のノイズが検知され易い。当然のことながら、大きなノイズが加算された場合には、低域、高域の如何に拘らずに致命的な符号化劣化として検知されてしまう

ことは、いうまでもない。そして、前記のような量子化ノイズによる画像品質の劣化の問題を解決する手段の1つとして、例えば特開平4-372074号公報に開示されているように復号画像にポストフィルタをかけて量子化ノイズを低減させるように解決手段が提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記の特開平4-372074号公報に解決手段として示されている復号画像にポストフィルタをかける手段を適用すると、フレーム内の画像の一部だけが劣化しているような場合にも、フレーム全体に一律にフィルタが作用するために、画像が劣化していない部分の画質が劣化してしまうことが問題になり、その解決策が求められた。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、所定のブロックサイズを有する単位ブロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位ブロック毎に直交変換された後に、少なくとも前記した単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化に当り、復号過程で得られる前記した単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルの大きさに応じて高域成分を減少させるような信号処理を施したり、復号過程で得られる前記した単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの各領域毎の動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差とに応じて高域成分を減少させるような信号処理を施すようにした変換符号化された画像データの復号化時に生じる量子化ノイズの低減方法、及び前記した画像データの復号化時に生じる量子化ノイズの低減方法を適用した画像データの復号化装置、すなわち、所定のブロックサイズを有する単位ブロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位ブロック毎に直交変換された後に、所定のブロックサイズを有する単位ブロック毎に分割された画像信号が、それぞれの単位ブロック毎に直交変換された後に、少なくとも、前記した単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されているブロック量子化幅値を用いて量子化されるとともに、前記した少なくとも単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化されている画像データの復号化のために、少なくとも、バッファメモリと、可変長復号化部と、逆量子化部と、逆直交変換部と、逆動き補償部と、画像メモリとを含んで構成されている変換符号化された画像データの復号化装置において、前記した各領域

毎に個別に設定されている動きベクトルを検出して得た各領域毎に個別に設定されている動きベクトルに応じて制御信号を発生させたり、前記した各領域毎に個別に設定されている動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差に応じて制御信号を発生させたりして、前記の制御信号によって通過周波数帯域が可変できる可変通過帯域低域濾波手段の通過帯域特性を制御して、前記した動きベクトルに応じて適応的に高域成分が減少できるように前記した可変通過帯域低域濾波手段を制御させるようにした変換符号化された画像データの復号化装置を提供する。

【0011】

【作用】 高能率符号化の対象にされている各1枚毎の画面の画像信号について、所定のブロックサイズ($N \times M$ 画素—横 N 画素×縦 M ラインのブロックサイズ)を有する「単位のブロック」毎に、直交変換して得た($N \times M$)個の直交変換係数が、少なくとも前記した単位のブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に設定されている「ブロック量子化幅値」を用いて量子化するとともに、前記した少なくとも単位のブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化された画像データと、前記の変換符号化された画像データの復号時に必要とされる付加情報(例えば、ブロック量子化幅情報、動きベクトル、予測モード情報等)とによるビットストリームがバッファメモリに記憶される。前記のバッファメモリから読出されたビットストリームが供給される可変長復号部では、エントロピー符号化(可変長符号化)された画像データと、変換符号化された画像データの復号時に必要とされる付加情報(例えば、ブロック量子化幅情報、動きベクトル、予測モード情報等)とを復号する。

【0012】 復号された画像データと、復号された付加情報中のブロック量子化幅情報とが逆量子化部に与えられることによって、逆量子化部で行なわれる画像データに対する逆量子化動作により、逆量子化部から逆直交変換部に直交変換係数が供給される。逆直交変換部では、単位のブロック毎に2次元の逆直交変換を行なって、周波数領域の画像データを時間軸領域の画像データに変換する。前記の逆直交変換部から出力された時間軸領域の画像データは、フレーム内符号化、フレーム間符号化、の違いを示すコーディングタイプに従って、動き補償部で動き補償された状態の画像データと加算するか、加算しないかして、出力画像データとされて画像メモリに格納される。

【0013】 前記のビットストリーム中に含まれていた付加情報の内の動きベクトル情報を検出し、検出された前記の動きベクトル情報、すなわち、少なくとも単位のブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されている動きベクトル値に応じて制御信号

を発生させたり、前記した各領域毎に個別に設定されている動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差に応じて制御信号を発生させたりし、前記の制御信号により適応的に高域成分を減少させるような信号処理を、可変通過帯域低域通過濾波器の通過帯域を制御して行なう。

【0014】

【実施例】 以下、添付図面を参照して本発明の変換符号化された画像データの復号化時に生じるブロック歪の低減方法、及び変換符号化された画像データの復号化装置の具体的な内容を詳細に説明する。図1乃至図2は本発明の量子化ノイズの低減方法を適用した画像データの復号化装置の構成例を示すブロック図、図3は隣接領域における差分動きベクトルの説明に使用する図、図4は可変通過帯域低域通過濾波器の構成例を示すブロック図、図5は単位のブロックの境界におけるフィルタリングの状態の説明に使用する図、図6は制御信号発生部の構成例を示すブロック図、図7は制御特性例の説明図である。

【0015】 図1乃至図2に示す本発明の画像データの復号化装置において、1は復号化の対象にされるビットストリーム(ビット列)の入力端子であり、また各図において一点鎖線枠で囲って示してある部分(3、15…復号器集積回路)は、集積回路化されている構成部分であるとされている。図1、図2の各図に示されている復号化装置の実施例において、一点鎖線枠3で囲って示してある構成部分としては、少なくともバッファメモリ8と、可変長復号化部9と、逆量子化部10と、逆直交変換部11と、加算部12と、動き補償部13と、画像メモリ14とを含んで集積回路化されている市販品を使用することができる。

【0016】 前記した入力端子1に供給されるビットストリームは、画面内(フレーム内)相関々係を利用する直交変換により画像の情報量の圧縮(空間的相関々係を利用して行なう情報量の圧縮)と、時間軸上に並ぶ画面間(フレーム間)相関々係を利用して行なう情報量の圧縮(時間的相関々係を利用して行なう情報量の圧縮)、及び符号の出現確率の偏りによる情報量の圧縮との3種類の異なる圧縮手段を組合わせて高能率変換符号化された画像データ(例えばMPEG1方式、MPEG2方式による画像データ)であるとされている。なお、本明細書の以下の記述においては、復号の対象にされている画像データが、MPEG1方式、MPEG2方式による画像データであるとして説明が行なわれている。

【0017】 ところで、MPEG1方式、MPEG2方式における動画画像情報の高能率符号化は、2次元離散コサイン変換(2次元DCT)によるフレーム内符号化と、フレーム間符号化とを組合わせ、動き補償予測やフレーム間予測を施した状態で行なわれる。そして、高能率符号化の対象にされた各1枚毎の画面の画像信号は、

8×8画素(横8画素×縦8ライン)のブロックサイズの「単位ブロック」毎に分割され、前記の各単位ブロック毎にDCTが行なわれる。そして、前記の各単位ブロック毎のそれぞれ64個のDCT変換係数は「ブロック量子化幅値」で量子化される。MPEG1方式、MPEG2方式において、前記の「ブロック量子化幅値」は、前記した単位ブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域の「マクロブロック」の用語で呼称されている領域、すなわち、輝度信号Yについての16×16画素(横16画素×縦16ライン)のブロックサイズの大きさの領域と、2つの色差信号Cr、Cbのそれぞれについての8×8画素(横8画素×縦8ライン)のブロックサイズの大きさの領域とからなる領域)毎に設定されている(マクロブロック量子化特性値(またはマクロブロックの量子化スケール)QS)と、量子化マトリクスとの積によって示される値である。

【0018】DCT変換係数を被除数とし、「ブロック量子化幅値」を除数として量子化が行なわれたDCT係数は、その直流成分(DC成分)と、交流成分(AC成分)とに分離される。前記のDCT係数の直流成分は差分符号化され、またDCT係数の交流成分は、ジグザグ走査された後にエントロピー符号化(符号の出現確率の偏りによる情報量圧縮…例えばハフマン方式のような可変長符号化)されて変換符号化された画像データには、前記の変換符号化された画像データの復号時に必要とされる付加情報[例えば、{ブロック量子化幅情報→マクロブロック量子化特性値(またはマクロブロックの量子化スケール)QS}と、動きベクトル、予測モード情報等]が付加されてビットストリームとされている。図☆1乃至図☆6にそれぞれ示されている本発明の画像データの復号化装置において、入力端子1に供給されたビットストリームは、例えば先入れ先出しメモリ(FIFO)を用いて構成されているバッファメモリ8に格納される。

【0019】前記したバッファメモリ8から読出されたビットストリームが供給される可変長復号部9では、エントロピー符号化(可変長符号化)された画像データと、変換符号化された画像データの復号時に必要とされる付加情報、例えば{ブロック量子化幅情報→マクロブロック量子化特性値(またはマクロブロックの量子化スケール)QS}、動きベクトル、予測モード情報等)とを復号する。そして、前記の可変長復号部9で復号された画像データと、ブロック量子化幅情報(マクロブロック量子化特性値(またはマクロブロックの量子化スケール)QS)とは、逆量子化部10に供給され、また、動きベクトル、予測モード情報等は、逆動き補償部13に供給される。

【0020】前記の可変長復号部9で復号された画像データと、復号された付加情報中のブロック量子化幅情報(マクロブロック量子化特性値(またはマクロブロック

の量子化スケール)QS)とが与えられた逆量子化部10では、逆量子化動作を行なって得たDCT変換係数を逆直交変換部(逆DCT)11に供給する。逆直交変換部(逆DCT)11では、単位ブロック毎に2次元の逆DCTを行なって、周波数領域の画像データを時間軸領域の画像データに変換して、それを加算部12に供給する。前記のようにして加算部12に供給された時間軸領域の画像データは、フレーム内符号化、フレーム間符号化、の違いを示すコーディングタイプに従って、動き補償部13で動き補償された状態の画像データと加算するか、加算しないかして、出力画像データとされて画像メモリ14に格納する。バッファメモリ8と、可変長復号化部9と、逆量子化部10と、逆直交変換部11と、加算部12と、動き補償部13と、画像メモリ14とからなる各構成部分の動作に関するこれまでの記述は、図1及び図2に示す本発明の画像データの復号化装置における前記の各構成部分の動作について共通している。

【0021】図1及び図2の各図に示す本発明の画像データの復号化装置において、復号器集積回路3(または15)における画像メモリ14からの画像データは、可変帯域低域通過濾波器7を介して出力端子2に出力されている。そして、前記の可変帯域低域通過濾波器7は、制御信号発生部6から可変帯域低域通過濾波器7に供給される制御信号によって、それを通過する画像信号の高域部分の信号レベルが変化する状態に制御される。前記した制御信号発生部6の具体的な構成例は図6に示されている。また、前記した可変帯域低域通過濾波器7の具体的な構成例は、図4に示してある。図4において点線枠7hで示されている構成部分は、画像の水平方向について可変帯域低域通過濾波器として機能する構成部分であり、また、図4中で点線枠7vで示されている構成部分は、画像の垂直方向について可変帯域低域通過濾波器として機能する構成部分である。

【0022】そして、図4に例示している可変帯域低域通過濾波器7の具体的な構成において、点線枠7hで示されている画像の水平方向について可変帯域低域通過濾波器として機能する構成部分と、点線枠7vで示されている画像の垂直方向について可変帯域低域通過濾波器として機能する構成部分とを直列的に接続することにより、全体的に2次元的可変帯域低域通過濾波器7として構成されるようにしている。前記した可変帯域低域通過濾波器7を、1個の2次元的可変帯域低域通過濾波器と減算器(図4中の17と対応して設けられる減算器)と乗算器(図4中の18と対応して設けられる減算器)と加算器(図4中の19と対応して設けられる減算器)とによって構成するようにしてもよい。

【0023】図4に例示した可変帯域低域通過濾波器7において、前記した構成部分7hは、予め定められた固定の遮断周波数を有するように構成された水平LPF1

6と、減算器17と、乗算器18と、加算器19とによって構成されており、また、前記した構成部分7vは、予め定められた固定の遮断周波数を有するように構成された垂直LPF20と、減算器21と、乗算器22と、加算器23とによって構成されている。そして、図4に示されている可変帯域低域通過濾波器7における前記の2つの構成部分7h、7v中に設けられている各乗算器18(22)には、制御信号発生部6から制御信号(例えば、0~1.0の範囲の係数…乗算の係数信号)が供給される。それにより可変帯域低域通過濾波器7からの出力画像データは、前記した予め定められた固定の遮断周波数を有するLPFにおける遮断域よりも高い周波数帯域の信号成分に対して、係数0~1.0が乗算された状態とされる。

【0024】すなわち、制御信号発生部6から制御信号(例えば、0~1.0の範囲の係数…乗算の係数信号)は、DCT変換係数を量子化する際に用いられるブロック量子化幅と関連する個別の量子化スケール値が設定されるべき領域、すなわち、DCTが行なわれる所定のブロックサイズを有する単位ブロック(DCTブロック)の少なくとも1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されている動きベクトル値と、隣接する領域にそれぞれ設定されている各動きベクトル間の差分値とに適応的に高域成分を減少させるような信号処理が、前記した可変帯域低域通過濾波器7によって行なわれるようにするための係数である。

【0025】図3中に四角な枠で包囲して示してある各領域は、それぞれDCT変換係数を量子化する際に用いられるブロック量子化幅と関連する個別の量子化スケール値が設定されるべき領域、すなわち、DCTが行なわれる所定のブロックサイズを有する単位ブロック(DCTブロック)の少なくとも1個を含む予め定められた

大きさの領域であり、前記の各領域中に表示してあるMV0, MV1, MV2, MV3, MV4, MV5, MV6, MV7, MV8は、それぞれの領域に設定されている動きベクトル値を示しており、前記した動きベクトルMV_i(*i*は0, 2, 3…8)は、次の(1)式によって示される。

【0026】

【数1】

$$MV_i = MV_i(x)^2 + MV_i(y)^2 \quad \dots\dots (1)$$

(一般式)

【0027】そして図3中において、動きベクトル値がMV0として示されている領域をカレント領域とし、このカレント領域と、カレント領域に隣接する8個の領域(8連結の関係にある領域→動きベクトル値がMV1, MV2, MV3, MV4, MV5, MV6, MV7, MV8として示されている8個の領域)との動きベクトルとの差分値dMVは、前記した9個の領域の各動きベクトル値MV0, MV1, MV2, MV3, MV4, MV5, MV6, MV7, MV8を用いた、次の(2)式で示される演算を行なって得られる。なお、MV0, MV1, MV2…MV8等で示してある各領域の動きベクトルは、小括弧中に示すX座標とY座標とを用いて、MV0はMV(x₀, y₀)、MV1はMV(x₀-1, y₀-1)、MV2はMV(x₀, y₀-1)、MV3はMV(x₀+1, y₀-1)、MV4はMV(x₀-1, y₀)、MV5はMV(x₀+1, y₀)、MV6はMV(x₀-1, y₀+1)、MV7はMV(x₀, y₀+1)、MV8はMV(x₀+1, y₀+1)として表されるものである。

【0028】

【数2】

$$\begin{aligned} dMV = & \{MV1(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV2(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV3(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV4(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV5(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV6(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV7(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV8(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV1(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV2(y) - MV0(y)\}^2 \\ & + \{MV3(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV4(y) - MV0(y)\}^2 \\ & + \{MV5(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV6(y) - MV0(y)\}^2 \\ & + \{MV7(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV8(y) - MV0(y)\}^2 \quad \dots\dots (2) \end{aligned}$$

なお、(2)式中のMV0(x)はMV(x₀)、MV0(y)はMV(y₀)であり、またMV1(x)はMV(x₀-1)、MV1(y)はMV(y₀-1)、MV2(x)はMV(x₀)、MV2(y)はMV(y₀-1)、MV3(x)はMV(x₀+1)、MV3(y)はMV(y₀-1)、MV4(x)

はMV(x₀-1)、MV4(y)はMV(y₀)、MV5(x)はMV(x₀+1)、MV5(y)はMV(y₀)、MV6(x)はMV(x₀-1)、MV6(y)はMV(y₀+1)、MV7(x)はMV(x₀)、MV7(y)はMV(y₀+1)、MV8(x)はMV(x₀+1)、MV8(y)は

MV (y_0+1) である。

【0029】そして、前記した動きベクトルMV_i (図3においてはMV₀)や、動きベクトルの差分値dMVなどは、 $G(x, y)$ 1.0~0.0の間に規格化される。図7は動きベクトルMVの大きさ(または動きベクトルの差分値dMVの大きさ)を横軸にとり、また、縦軸には制御信号発生部6から可変帯域低域通過濾波器7に供給する乗算係数(1.0~0.0)をとって、動きベクトルMVの大きさや、差分ベクトルdMVの大きさによって、適応的に高域成分を減少させるための複数の制御特性A~Eの設定例を示している。例えば、動きベクトルの差分値dMVの大きさが50以上のときはA特性、動きベクトルの差分値dMVの大きさが40以上50未満のときはB特性、動きベクトルの差分値dMVの大きさが30以上40未満のときはC特性、動きベクトルの差分値dMVの大きさが20以上30未満のときはD特性、動きベクトルの差分値dMVの大きさが20未満のときはE特性というように、制御特性を設定する。

【0030】図6は前記のように0.0~1.0の範囲の係数信号を発生して、それを可変帯域低域通過濾波器7に供給する制御信号発生部6 (図1、図2中に示されている制御信号発生部6)の構成例であり、図6に示されている制御信号発生部6は、信号処理に必要とされる範囲 (例えば少なくとも3マクロブロックライン程度)の動きベクトル情報を格納できるような記憶容量を有する動きベクトル情報のメモリ24に、順次の領域の動きベクトル情報を記憶させる。動きベクトル情報のメモリ24に記憶された動きベクトル情報が読出されて、隣接領域の動きベクトル情報の比較判定部25において、隣接する各領域における動きベクトル情報について、例えば前記の(2)式の演算を行なって順次のカレント領域についての動きベクトルの大きさdMVの値を求めて、それを乗算係数の設定部26に供給する。

【0031】乗算係数の設定部26では、それに供給された順次のカレント領域についての動きベクトルの大きさdMVの値をアドレスとして、図7に例示されているような動きベクトルの差分値dMVの大きさと、制御信号発生部6から可変帯域低域通過濾波器7に供給する乗算係数(1.0~0.0)との関係を満足させる係数と対応する係数信号(制御信号)をROMテーブル(ルック・アップ・テーブル)から出力させる。前記の係数信号は、制御信号の送出部27から制御信号として、制御信号発生部6から可変帯域低域通過濾波器7に供給される。なお、順次の領域の動きベクトルMVの大きさと対応した制御信号を発生させるような構成の制御信号発生部6としては、順次の領域の動きベクトルMVの大きさがアドレスとして与えられたときに、それぞれ予め定めた係数信号が出力されるようなROMテーブル(ルック・アップ・テーブル)を設けたものが使用できる。また、ROMテーブル(ルック・アップ・テーブル)に与

えるアドレスとして、前記した動きベクトルの差分値dMVの大きさ、あるいは動きベクトルの大きさの他に、動きベクトルの差分値dMVの大きさと画素アドレス値、あるいは動きベクトルの大きさと画素アドレス値とが用いられるようにしてもよい。

【0032】ところで、DCTが行なわれる所定のブロックサイズを有する単位ブロックの少なくとも1個を含む予め定められた大きさの領域毎に、個別に設定されている動きベクトル値、または動きベクトルの差分値と適応的に高域成分を減少させるような信号処理動作を行なう可変帯域低域通過濾波器7による、選択された単位ブロックの境界付近の画素に対するローパス特性のフィルタリング動作は、図5に図示説明されているようにして行なわれる。すなわち、図5中において t_1 , t_2 , t_3 …は、それぞれ1クロック周期ずつずれた状態で異なる時刻を示している。そして、図5はFIRフィルタのフィルタ長が5タップのローパスフィルタとして可変帯域低域通過濾波器7が構成されている場合に、画像中における特定な1行の画素配列における単位ブロックの境界付近の順次の画素 $p-3$, $p-2$, $p-1$, p , $p+1$, $p+2$, $p+3$ …に対してローパスのフィルタリングが施されて行く状態を示している。

【0033】図1及び図2に示す本発明の画像データの復号化装置において、入力端子1に供給された復号化の対象にされるビットストリーム(ビット列)が、少なくともバッファメモリ8と、可変長復号化部9と、逆量子化部10と、逆直交変換部11と、加算部12と、動き補償部13と、画像メモリ14とを含んで構成されている構成部分によって復号された画像データが画像メモリ14に格納され、画像メモリ14から復号された画像データを出力できることは既述のとおりである。そして、図1及び図2に示す本発明の画像データの復号化装置は、前記した画像メモリ14から読出された画像データを、可変帯域低域通過濾波器7に与えて、前記した可変帯域低域通過濾波器7の動作によって、量子化ノイズが低減された状態の画像データを、画像データの復号化装置の出力端子2から出力させるように構成されている。

【0034】まず、図1に示す本発明の画像データの復号化装置において、入力端子1に供給された復号化の対象にされるビットストリームは、復号器集積回路3中に設けられているバッファメモリ8に供給されるとともに、バッファメモリ4にも供給されている。先入れ先出しメモリが用いられているバッファメモリ4から読出されたビットストリームは、動きベクトル検出部5に供給される。前記の動きベクトル検出部5は、復号器集積回路3中に設けられている可変長復号部9と同様の機能を備えている構成態様のものを使用することができる。そして、前記した動きベクトル検出部5では、それに供給されたビットストリーム中から、順次の領域毎の動きベクトル情報を検出して、それを制御信号発生部6に与え

る。

【0035】ところで、図1に示す本発明の画像データの復号化装置では、入力端子1に供給された復号化の対象にされたビットストリームを、復号器集積回路3の外部に設けたバッファメモリ4に供給し、前記のバッファメモリ4から読出されたビットストリームを動きベクトル検出部5に与え、動きベクトル検出部5によって、ビットストリーム中から検出した順次の領域毎の動きベクトル情報を制御信号発生部6に与えるようにしているが、図2に示す本発明の画像データの復号化装置では、復号器集積回路15の内部に設けられている可変長復号部9の動作により、ビットストリーム中から検出された順次の領域毎の動きベクトル情報を制御信号発生部6に与えるようにしている。

【0036】すなわち図2に示す本発明の画像データの復号化装置は、図1に示す本発明の画像データの復号化装置において、一点鎖線枠3で包囲して、少なくともバッファメモリ8と、可変長復号部9と、逆量子化部10と、逆直交変換部11と、加算部12と、動き補償部13と、画像メモリ14とを含んで集積回路化してある復号器集積回路3に対して外付けされていたバッファメモリ4と、動きベクトル検出部5との動作を、復号器集積回路3の内部に設けられているバッファメモリ8と可変長復号部9との機能を利用して行なわせるようにするとともに、可変長復号部9によってビットストリーム中から検出された順次の領域毎の動きベクトル情報が与えられる制御信号発生部6や、前記した制御信号発生部6から出力される制御信号により、画像メモリ14から供給される画像データの高域周波数成分の制御動作を行なう可変帯域低域通過濾波器7の構成部分をも1つの復号器集積回路15中に含むように集積回路化して構成した構成態様のものである。

【0037】図1及び図2に示す本発明の画像データの復号化装置において、制御信号発生部6としては、例えば既述のように図6に例示されているような構成態様のものが使用され、また、可変帯域低域通過濾波器7としては、例えば既述のように図4に例示されているような構成態様のものが使用される。それで、図1及び図2に示す本発明の画像データの復号化装置では、制御信号発生部6で発生された制御信号、すなわち、既述のようにビットストリーム中に含まれていた付加情報の内の各領域毎の動きベクトル情報値MV、または動きベクトルの差分値dMVの大きさに基づいて適応的に高域成分を減少させるような信号処理が行なわれるように、例えば可変通過帯域低域通過濾波器の通過帯域を制御することにより、画像中の量子化ノイズを良好に低減できる。

【0038】

【発明の効果】以上、詳細に説明したところから明かなように、本発明の量子化ノイズの低減方法及び画像データの復号化装置は、高能率符号化の対象にされている

各1枚毎の画面の画像信号について、所定のブロックサイズ($N \times M$ 画素—横 N 画素×縦 M ラインのブロックサイズ)を有する「単位のブロック」毎に、直交変換して得た($N \times M$)個の直交変換係数が、少なくとも前記した単位のブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に設定されている「ブロック量子化幅値」を用いて量子化するとともに、前記した少なくとも単位のブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎の動きベクトルをも用いたフレーム間予測符号化を施すことによって変換符号化された画像データと、前記の変換符号化された画像データの復号時に必要とされる付加情報

(例えば、ブロック量子化幅情報、動きベクトル、予測モード情報等)とによるビットストリーム中に含まれていた付加情報の内の動きベクトル情報を検出し、検出された前記の動きベクトル情報、すなわち、少なくとも単位のブロックの1個を含む予め定められた大きさの領域毎に個別に設定されている動きベクトル値に応じて制御信号を発生させたり、前記した各領域毎に個別に設定されている動きベクトル値と、隣接する領域の動きベクトル値の差に応じて制御信号を発生させたりし、前記の制御信号により適応的に高域成分を減少させるような信号処理を、可変通過帯域低域通過濾波器の通過帯域を制御して行なうことにより、復号過程で得られる各領域の動きベクトルの大きさに応じて、適応的に高周波成分の大きさを制御し、動きが激しく量子化ノイズが発生している部分だけについて高周波成分を低減させることができ、また、復号過程で得られる領域間の動きベクトルの差分値の大きさに応じて、適応的に高周波成分の大きさを制御し、動きが激しく量子化ノイズが発生している部分だけについて高周波成分を低減させることができるので、復号画像の動き及び劣化度合に応じて、効果的に量子化ノイズを除去することができるとともに、画像全体に動いているような場合には、動き補償も比較的易く、それにより量子化ノイズも比較的少ないという理由と、人間の視覚特性から、それぞれのブロックが違った方向に動いている場合より全体に絵柄が同じ方向に動いている場合の方が、解像度を認識し易いという性質に適合させながら、良好に量子化ノイズを除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の量子化ノイズの低減方法を適用した画像データの復号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明の量子化ノイズの低減方法を適用した画像データの復号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図3】隣接領域における差分動きベクトルの説明に使用する図である。

【図4】可変通過帯域低域通過濾波器の構成例を示すブロック図である。

【図5】単位ブロックの境界におけるフィルタリングの状態の説明に使用する図である。

【図6】制御信号発生部の構成例を示すブロック図である。

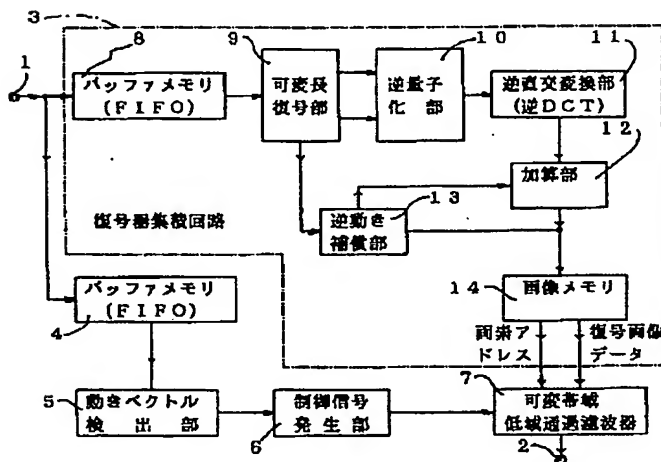
【図7】動きベクトルと制御特性との関係を示す特性例図である。

【符号の説明】

【符号の説明】

1…入力端子、2…出力端子、3, 15…復号器集積回路、4, 8…バッファメモリ、5…動きベクトル検出部、6…制御信号発生部、7…可変帯域低域通過濾波器、9…可変長復号部、10…逆量子化部、11…逆直交変換部(逆DCT部)、12…加算部、13…逆動き補償部、14…画像メモリ、16…水平LPF、17, 21…減算器、18, 22…乗算器、19, 23…加算器、20…垂直LPF、

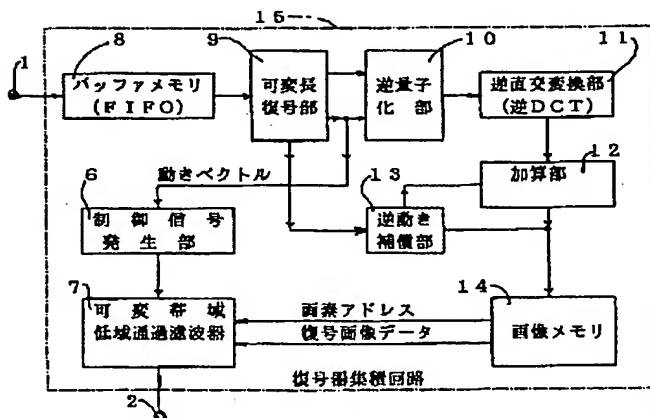
【図1】



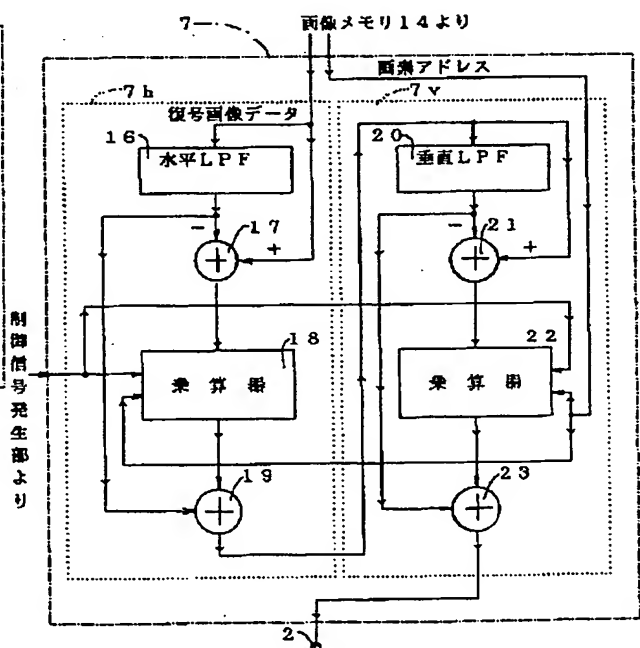
【図3】

	MV1	MV2	MV3	
	MV4	MV0	MV5	
	MV6	MV7	MV8	

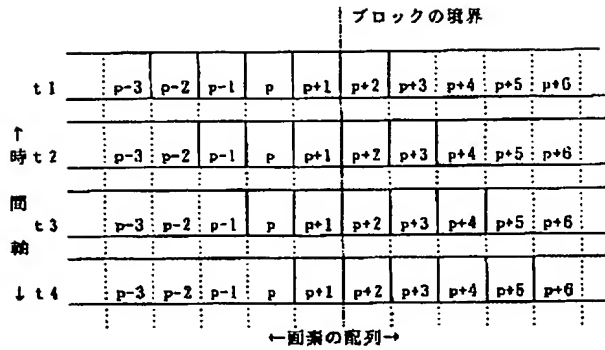
【図2】



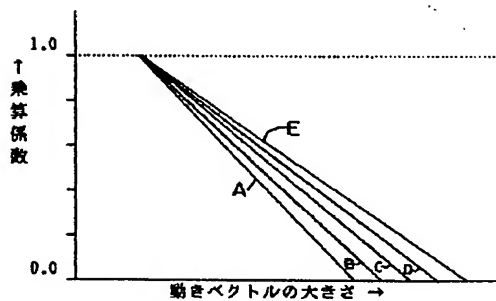
【図4】



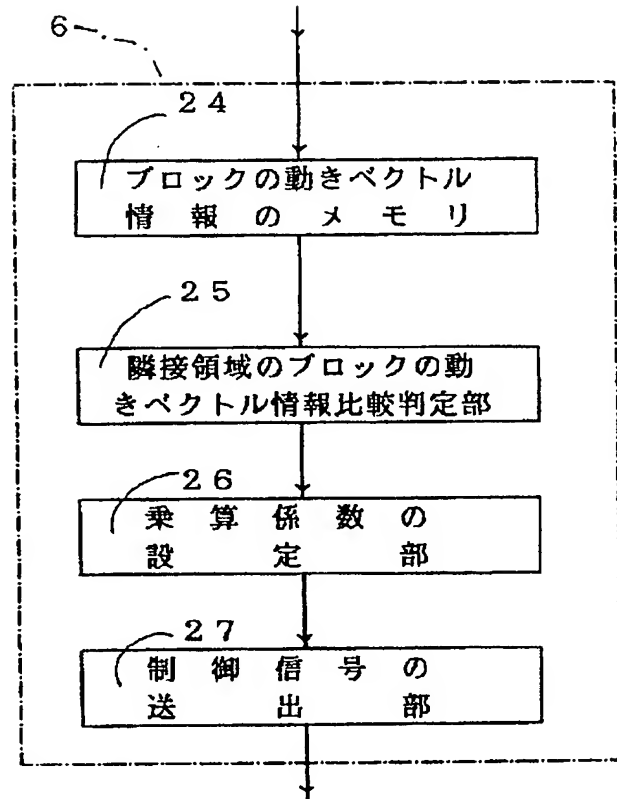
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H03H 17/06

H03M 7/30

7/40

識別記号

庁内整理番号

B 8842-5 J

A 9382-5 K

9382-5 K

F I

技術表示箇所

G O 6 F 15/68

4 1 0

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-205178

(43)Date of publication of application : 09.08.1996

(51)Int.Cl.

H04N 7/32
G06T 9/00
G06T 5/20
H03H 17/06
H03M 7/30
H03M 7/40

(21)Application number : 07-030145

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 26.01.1995

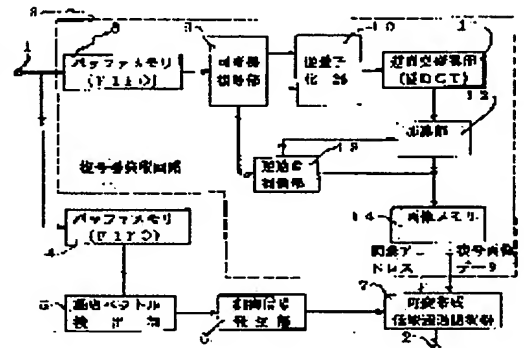
(72)Inventor : SUGAWARA TAKAYUKI

(54) METHOD FOR REDUCING QUANTIZATION NOISE AND DEVICE FOR DECODING IMAGE DATA

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the method for reducing the quantization noise and the device for decoding the image data which can easily realize a decoded image signal having the quantization noise reduced.

CONSTITUTION: A control part 6 generates a control signal according to motion vector information detected by a motion vector detection part 5 from a bit stream consisting of converted and encoded image data and additional information, i.g., motion vector values set individually by areas of predetermined size including at least one unit block. Further, the control part 6 generates a control signal according to differences between the motion vector values set individually by the areas and motion vector values of adjacent areas. Signal processing for adaptively reducing a high-frequency component with the control signals is performed by controlling the passing band of a variable passing band low-pass filter 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2924691

[Date of registration] 07.05.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

4-2 an English language explanation
of Japanese laid-open patent publication No. 8-205178

This document describes the method to select a characteristics of noise filtering. The characteristics is set based on the absolute value of the motion vector difference [0028]-[0029].

4-3 English translations of the surrounded parts by the red line
in Japanese laid-open patent publication No. 8-205178
([0028] to [0029]) and Fig. 7

[0028]

[Equation 2]

$$\begin{aligned} dMV = & \{MV1(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV2(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV3(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV4(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV5(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV6(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV7(x) - MV0(x)\}^2 + \{MV8(x) - MV0(x)\}^2 \\ & + \{MV1(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV2(y) - MV0(y)\}^2 \\ & + \{MV3(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV4(y) - MV0(y)\}^2 \\ & + \{MV5(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV6(y) - MV0(y)\}^2 \\ & + \{MV7(y) - MV0(y)\}^2 + \{MV8(y) - MV0(y)\}^2 \dots (2) \end{aligned}$$

In the above equation (2), MV0(x) is MV(x₀), MV0(y) is MV(y₀), MV1(x) is MV(x₀-1), MV1(y) is MV(y₀-1), MV2(x) is MV(x₀), MV2(y) is MV(y₀-1), MV3(x) is MV(x₀-1), MV4(y) is MV(y₀), MV5(x) is MV(x₀+1), MV5(y) is MV(y₀), MV6(x) is MV(x₀-1), MV4(y) is MV(y₀+1), MV7(x) is MV(x₀) and MV7(y) is MV(y₀+1).

[0029] The motion vectors MV_i (MV₀ in Fig.8) and the differences dMV between the motion vector values are standardized within G(x,y)1.0-0.0. Referring to Fig. 7, there are shown a plurality of exemplary control characteristics A-E, whose abscissa represents the motion vector value MV (or the difference dMV between motion vector values) and whose ordinate represents the multiplication coefficient (1.0-0.0) to be supplied from the control signal generating portion 6 to the variable band low pass filter 7. The respective characteristics are used for adaptively reducing the high frequency components according to the motion vector values MV and the differential motion vector values dMV. For example, the control characteristics A, B, C, D and E are applied when the differential motion vector value dMV is greater than or equal to (≥)50, dMV ≥40 and <50, dMV ≥30 and <40, dMV ≥20 and <30, and dMV <20 respectively.

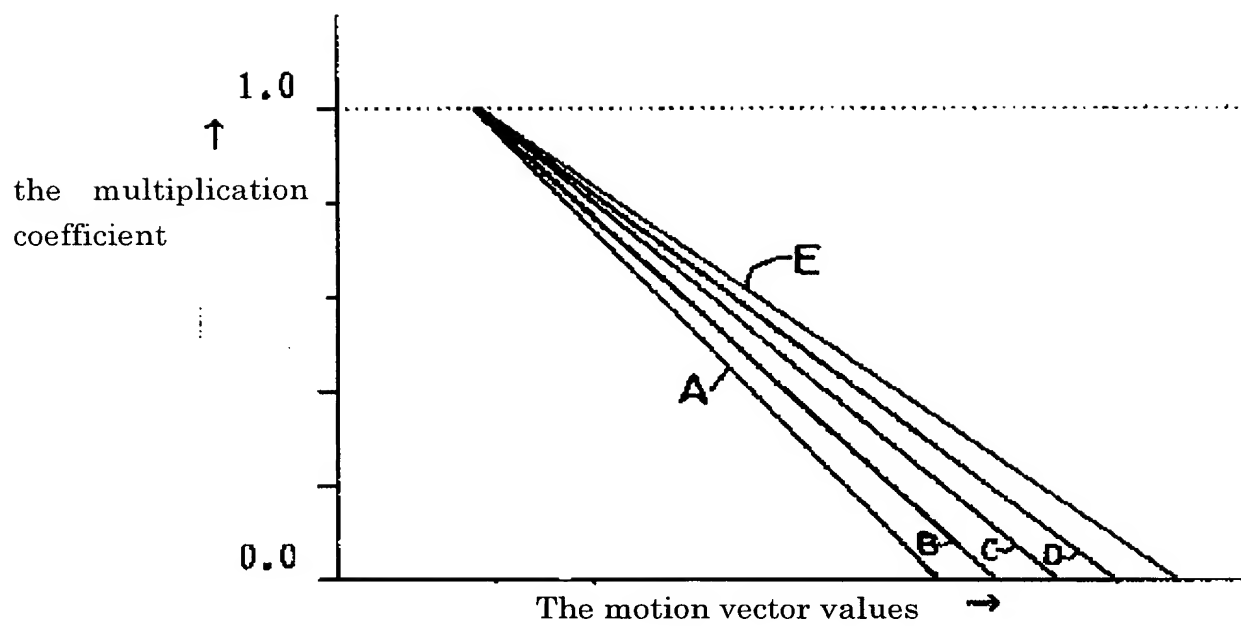


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.